

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-215175

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl. G01M 17/02  
 B60C 19/00  
 B60C 23/02  
 B60C 23/20

(21)Application number : 2000-357107

(71)Applicant : TRW INC

(22)Date of filing : 24.11.2000

(72)Inventor : MAGIAWALA KIRAN R  
 EBERHARD CAROL A  
 MCIVER GEORGE W  
 DUNBRIDGE BARRY  
 ZIMMERMAN THOMAS A

(30)Priority

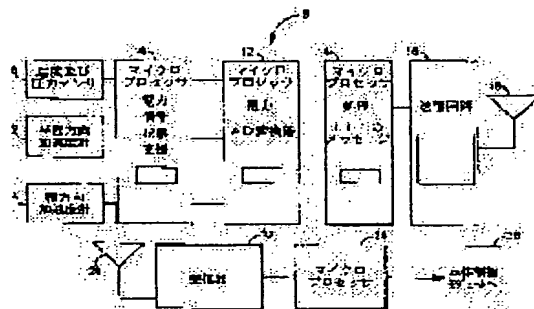
Priority 1999 454443 Priority 03.12.1999 Priority US

## (54) SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING VEHICLE STATE EXERTING EFFECT ON TIRE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To monitor the abrasion, cushioning capacity and balance state of the ground surface of a tire and the rotational speed of a wheel.

SOLUTION: A processor 8 performs the fast Fourier transform of accelerations in the radial direction and horizontal direction of a tire on the basis of the acceleration of the radial direction and horizontal direction of the tire detected by sensors 2, 4, in order to monitor the abrasion of the ground surface of the tire to determine resonance frequency in a range of 30-60 Hz. The determined resonance frequency is compared with reference resonance frequency showing that there is no abrasion at all and, when there is frequency displacement, it is determined that there is abrasion. Cushioning capacity is in a 0.5-2.0 Hz range and the balance state of the tire is in a 5-14 Hz range and the rotational speed of a wheel is in a 0-25 Hz range and frequency shift is detected. When there is predetermined shift or more, a transmission circuit 16 transmits a warning signal to a vehicle to display the same on a display.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3516917

[Date of registration] 30.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-215175

(P2001-215175A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------------------|
| G 0 1 M 17/02             |      | B 6 0 C 19/00 | B                        |
| B 6 0 C 19/00             |      | 23/02         | B                        |
| 23/02                     |      | 23/20         |                          |
| 23/20                     |      | G 0 1 M 17/02 | B                        |

審査請求 有 請求項の数39 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-357107(P2000-357107)

(22) 出願日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(31) 優先権主張番号 0 9 / 4 5 4 4 3

(32) 優先日 平成11年12月3日 (1999. 12. 3)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591169755

ティーアールダブリュー・インコーポレー  
テッド

TRW INCORPORATED

アメリカ合衆国オハイオ州44124, リンド  
ハースト, リッチモンド・ロード 1900

(72) 発明者 キラン・アール・マジアワラ

アメリカ合衆国カリフォルニア州90250,  
ホーソーン, ウェスト・1037・ストリート  
4015, アパートメント 107

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

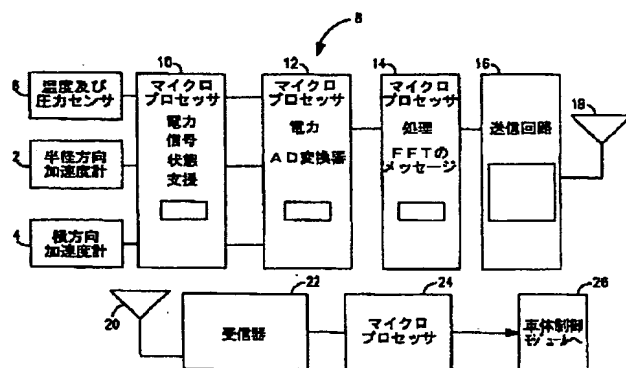
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤに影響する車両状態をモニタするためのシステム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 タイヤの接地面の摩耗、緩衝性能、バランス状態、車輪の回転速度をモニタする。

【解決手段】 センサ2、4で検知されたタイヤの半径方向と横方向の加速度に基づき、プロセッサ8が、接地面の摩耗をモニタするために、半径方向及び横方向の加速度の高速フーリエ変換を行って30～60Hz範囲の共振周波数を決定する。決定された共振周波数を、摩耗が全くないことを示す基準の共振周波数と比較し、周波数変位がある場合、摩耗があると決定する。緩衝性能は0.5～2.0Hz範囲、タイヤのバランス状態は5～14Hz範囲、車輪回転速度は0～25Hz範囲で、周波数シフトを検出する。所定以上のシフトがあると、送信回路16が警報信号を車両内に送信し、ディスプレイに表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両タイヤに関する少なくともタイヤ接地面の摩耗をモニタするためのシステムであって、加速度信号を提供するために、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方を検知するセンサと、運転手用の情報ディスプレイと、センサからの加速度信号に応答して動作し、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方についての少なくとも1つの共振周波数を決定し、決定された少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、その比較結果に基づいて、タイヤ接地面の摩耗を決定し、運転手用の情報ディスプレイに、タイヤ接地面の摩耗を示す情報信号を提供する少なくとも1つのプロセッサとからなることを特徴とするシステム。

【請求項2】 請求項1記載のシステムにおいて、少なくとも1つのプロセッサは、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定されたタイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方についての少なくとも1つの共振周波数を決定するために、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算することを特徴とするシステム。

【請求項3】 請求項2記載のシステムにおいて、センサ及び少なくとも1つのプロセッサはタイヤ内部に装備されていることを特徴とするシステム。

【請求項4】 請求項3記載のシステムにおいて、該システムはさらに、タイヤが取り付けられるリム上かタイヤ内部に装備され、無線で情報信号を送信する送信器と、該送信機から送信された情報信号を受信するための車両に搭載された受信器とからなることを特徴とするシステム。

【請求項5】 請求項4記載のシステムにおいて、情報信号が警報信号であり、少なくとも1つのプロセッサは、タイヤ接地面が許容レベルを越えて摩耗したかどうかを判定し、タイヤ接地面が許容レベルを越えて摩耗したと判定される場合に、運転手用の情報ディスプレイに警報信号を提供することを特徴とするシステム。

【請求項6】 請求項4記載のシステムにおいて、センサは、半径方向及び横方向の加速度を測定する2軸加速度計であることを特徴とするシステム。

【請求項7】 請求項4記載のシステムにおいて、センサは、半径方向、横方向、及び縦方向の加速度を測定する3軸加速度計であることを特徴とするシステム。

【請求項8】 請求項4記載のシステムにおいて、該システムはさらに、タイヤ圧を検知し、少なくとも1つのプロセッサにそのタイヤ圧を示す信号を提供するタイヤ内部に装備される圧力センサを備えていることを特徴とするシステム。

【請求項9】 請求項8記載のシステムにおいて、該シ

ステムはさらに、タイヤ内部の温度を検知し、少なくとも1つのプロセッサにタイヤ内部の温度を示す信号を提供するタイヤ内部に装備される温度センサを備えていることを特徴とするシステム。

【請求項10】 請求項2記載のシステムにおいて、センサは、タイヤの少なくとも半径方向加速度を検知し、少なくとも1つのプロセッサは、タイヤの半径方向加速度信号の高速フーリエ変換を行ってタイヤの半径方向加速度の30~60Hzの範囲内の共振周波数を決定し、その共振周波数を、タイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hzの範囲内の記憶された共振周波数と比較して周波数シフトを決定し、該周波数シフトに基づいて、タイヤ接地面の摩耗を決定することを特徴とするシステム。

【請求項11】 請求項2記載のシステムにおいて、センサは、タイヤの少なくとも横方向加速度を検知し、少なくとも1つのプロセッサは、タイヤの横方向加速度信号の高速フーリエ変換を行ってタイヤの横方向加速度の30~60Hzの範囲内の共振周波数を決定し、その共振周波数を、タイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hzの範囲内の記憶された共振周波数と比較して周波数シフトを決定し、該周波数シフトに基づいて、タイヤ接地面の摩耗を決定することを特徴とするシステム。

【請求項12】 請求項11記載のシステムにおいて、センサは、タイヤの半径方向加速度も検知し、少なくとも1つのプロセッサは、タイヤの半径方向加速度信号の高速フーリエ変換を行ってタイヤの半径方向加速度の30~60Hzの範囲内の共振周波数を決定し、その共振周波数を、タイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hzの範囲内の記憶された共振周波数と比較して周波数シフトを決定し、該周波数シフトに基づいて、タイヤ接地面の摩耗を決定することを特徴とするシステム。

【請求項13】 請求項10記載のシステムにおいて、少なくとも1つのプロセッサは、0.5~2.0Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅を車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す0.5~2.0Hz範囲内の記憶された振幅と比較し、決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて緩衝性能を決定することを特徴とするシステム。

【請求項14】 請求項10記載のシステムにおいて、少なくとも1つのプロセッサは、5~14Hzの範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅を仕様で事前に決められたバランス状態にあるタイヤであることを示す5~14Hzの範囲内の記憶された振幅と比較し、決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態から外れていることを決定することを特徴とするシステム。

【請求項15】 請求項1記載のシステムにおいて、センサは少なくとも半径方向加速度を検知し、システムはさらに、アンチロック・ブレーキ・システム及び統合車両コントローラの少なくとも1つへ、車輪回転速度を示す0～25Hz範囲内の半径方向信号の周波数を送信するトランシーバを備えていることを特徴とするシステム。

【請求項16】 請求項2記載のシステムにおいて、センサ及び少なくとも1つのプロセッサは、タイヤ外部の車輪のリム上に装備されていることを特徴とするシステム。

【請求項17】 車両タイヤに関する少なくともタイヤ接地面の摩耗をモニタするための方法において、加速度信号を提供するためにタイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方を検知するステップと、加速度信号に基づいて、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方の少なくとも1つの共振周波数を決定するステップと、該少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、その比較に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップと、タイヤ接地面の摩耗を示す情報信号を提供するステップと、運転手用の情報ディスプレイに、タイヤ接地面の摩耗を示す情報信号を送信するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項18】 請求項17記載の車両タイヤに関する少なくともタイヤ接地面の摩耗をモニタするための方法であって、タイヤの半径方向と横方向の加速度の少なくとも1つについての少なくとも1つの共振周波数を決定するステップが、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算するステップと、少なくとも1つの共振周波数を表す加速度信号のフーリエ成分の少なくとも1つのピークを決定するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項19】 請求項18記載の方法において、該方法はさらに、タイヤが取り付けられるリム上かタイヤ内部に装備される送信器から、車両に搭載されている受信器へ、情報信号を無線で送信するステップを含んでいることを特徴とする方法。

【請求項20】 請求項18記載の方法において、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方を検知するステップが、2軸加速度計によってタイヤの半径方向と横方向の加速度を検知するステップであることを特徴とする方法。

【請求項21】 請求項18記載の方法において、該方法はさらに、タイヤの縦方向加速度を測定するステップを含んでいることを特徴とする方法。

【請求項22】 請求項19記載の方法において、比較

に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップは、タイヤ接地面が許容レベルを越えて摩耗したかどうかを判定するステップを含み、情報信号が警報信号であり、タイヤ接地面の摩耗を示す情報信号を運転手用の情報ディスプレイに送信するステップは、タイヤ接地面が許容レベルを越えて摩耗したと判定される場合に、その警報信号を運転手用の情報ディスプレイに送信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項23】 請求項18記載の方法において、加速度信号を提供するためにタイヤの半径方向と横方向の加速度の少なくとも一方を検知するステップが、少なくとも半径方向加速度を検知するステップを含み、タイヤの半径方向と横方向の加速度の少なくとも一方についての少なくとも1つの共振周波数を決定するステップが、タイヤの半径方向加速度の30～60Hz範囲内の共振周波数を決定するために半径方向加速度信号の高速フーリエ変換を行うステップを含み、少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、比較に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップは、周波数シフトを決定するために、その共振周波数をタイヤの摩耗が全くないことを示す30～60Hzの範囲内での記憶された周波数と比較し、周波数シフトに基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項24】 請求項18記載の方法において、加速度信号を提供するためにタイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方を検知するステップは、少なくとも横方向加速度を検知するステップを含み、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方の少なくとも1つの共振周波数を決定するステップは、タイヤの横方向加速度の30～60Hzの範囲内での共振周波数を決定するために横方向加速度信号の高速フーリエ変換を行うステップを含み、少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、その比較に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップは、周波数シフトを決定するために、その共振周波数をタイヤの摩耗が全くないことを示す30～60Hzの範囲内での記憶された周波数と比較し、周波数シフトに基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項25】 請求項18記載の方法において、加速度信号を提供するためにタイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方を検知するステップが、半径方向及び横方向の加速度の両方を検知するステップを含み、タイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも一方の少なくとも1つの共振周波数を決定するステップは、タイヤの半径方向加速度の30～60Hzの範囲内での共振周波数と、タイヤの横方向加速度の30～60Hzの範囲内での共振周波数とを決定するために、半径方向

加速度信号の高速フーリエ変換と、横方向加速度信号の高速フーリエ変換とを行うステップを含み、少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、その比較に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップが、周波数シフトを決定するために、その半径方向及び横方向の加速度の両方の共振周波数を、タイヤの摩耗が全くないことを示す30～60 Hzの範囲内での記憶された2つの周波数と比較し、周波数シフトに基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項26】 請求項18記載の方法において、該方法はさらに、

0.5～2.0 Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、

決定された振幅を、車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す0.5～2.0 Hz範囲内での記憶された振幅と比較するステップと、

決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、緩衝性能を決定するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項27】 請求項18記載の方法において、該方法はさらに、

5～14 Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、

決定された振幅を、車両にとって仕様で事前に決められたバランス状態にあるタイヤであることを示す5～14 Hz範囲内の記憶された振幅と比較するステップと、

決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態から外れていることを決定するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項28】 請求項18記載の方法において、該方法はさらに、アンチロック・ブレーキ・システム及び統合両コントローラの少なくとも1つへ、車輪回転速度を示す0～25 Hz範囲内の半径方向の信号周波数を送信するステップを含んでいることを特徴とする方法。

【請求項29】 車輪に取り付けられたショック・アブソーバに関する少なくとも緩衝性能をモニタするためのシステムにおいて、

車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して加速度信号を提供するセンサと、運転手用の情報ディスプレイと、センサからの加速度信号にตอบสนองし、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の離散的フーリエ変換を演算し、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、決定された振幅を車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す記憶された振幅と比較し、決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて緩衝性能を決定し、運転手用の情報ディスプレイに緩衝性能を示す情報信号を提供する少なくとも1つのプロセッサとからなることを特徴とするシステ

ム。

【請求項30】 請求項29記載のシステムにおいて、少なくとも1つのプロセッサは、0.5～2.0 Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、決定された振幅を車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す0.5～2.0 Hz範囲内での記憶された振幅と比較することを特徴とするシステム。

【請求項31】 車輪に取り付けられたショック・アブソーバに関する少なくとも緩衝性能をモニタするための方法において、

車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して半径方向の加速度信号を提供するステップと、

車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の離散的フーリエ変換を演算するステップと、

半径方向の加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、

決定された振幅を、車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す記憶された振幅と比較するステップと、

決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、緩衝性能を決定するステップと、

緩衝性能を示す情報信号を提供するステップと、

運転手用の情報ディスプレイに、緩衝性能を示す情報信号を送信するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項32】 請求項31記載の方法において、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、決定された振幅を車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す記憶された振幅と比較するステップとは、0.5～2.0 Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、決定された振幅を車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す0.5～2.0 Hz範囲内での記憶された振幅と比較するステップとであることを特徴とする方法。

【請求項33】 車両タイヤの少なくともバランス状態をモニタするためのシステムにおいて、

車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して加速度信号を提供するセンサと、運転手用の情報ディスプレイと、

センサからの加速度信号にตอบสนองし、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の離散的フーリエ変換を演算し、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、決定された振幅を車両にとって仕様で事前に決められたバランスのとれたタイヤであることを示す記憶された振幅と比較し、決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態から外れたところがあることを決定する少なくとも1つのプロセッサとからなることを特徴とするシステム。

50

【請求項34】 請求項33記載のシステムにおいて、少なくとも1つのプロセッサは、5～14Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、決定された振幅を仕様で事前に決められたバランス状態にあるタイヤであることを示す5～14Hz範囲内の記憶された振幅と比較することを特徴とするシステム。

【請求項35】 車両タイヤの少なくともバランス状態をモニタするための方法において、車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して加速度信号を提供するステップと、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算するステップと、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、決定された振幅を、車両にとって仕様で事前に決められたバランスのとれたタイヤであることを示す記憶された振幅と比較するステップと、決定された振幅の記憶された振幅以上の増大に基づいて、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態から外れていることを決定するステップと、バランス状態を示す情報信号を提供するステップと、運転手用の情報ディスプレイに、バランス状態を示す情報信号を送信するステップとからなることを特徴とする方法。

【請求項36】 請求項35記載の方法において、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、決定された振幅を車両にとって仕様で事前に決められたバランスのとれたタイヤであることを示す記憶された振幅と比較するステップとは、5～14Hz範囲内の半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定するステップと、決定された振幅を仕様で事前に決められたバランス状態にあるタイヤであることを示す5～14Hz範囲内の記憶された振幅と比較するステップとからなることを特徴とするシステム。

【請求項37】 車輪の少なくとも車輪回転速度をモニタするためのシステムにおいて、車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して加速度信号を提供するセンサと、車両コントローラと、車輪回転速度を示す0～25Hz範囲内の半径方向の信号周波数を車両コントローラに送信するトランシーバとからなることを特徴とするシステム。

【請求項38】 請求項37記載のシステムにおいて、車両コントローラは、アンチロック・ブレーキ・システム及び統合車両コントローラの1つであることを特徴とするシステム。

【請求項39】 車輪の少なくとも車輪回転速度をモニタするための方法において、車輪の少なくとも半径方向加速度を検知して加速度信号を提供するステップと、

アンチロック・ブレーキ・システム及び統合車両コントローラの少なくとも1つへ、車輪回転速度を示す0～25Hz範囲内の半径方向の信号周波数を送信するステップとからなることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】 本発明は、車両タイヤの接地面の摩擦、緩衝性能、バランス状態、及び(又は)車輪の回転速度をモニタするためのシステム及び方法に関する。

10 【0002】

【従来の技術】 燃料消費だけでなく、自動車のハンドリング性能、例えば車両の操縦と制動は、タイヤの状態によって影響される。ハンドリング性能は、十分に機能部分していないショック・アブソーバだけでなく、アンバランスな状態であるタイヤの不適切な膨張やタイヤの異常な摩擦によっても影響されることになる。

20

【0003】 タイヤ摩擦のかかなりのパーセンテージが、タイヤ接地面の異常な摩擦によるものであると推定される。そのため、車両耐用期間の間に、追加のコストを払って、タイヤの追加セットが必要となる。したがって、このコストを減じるために、不適切なバランス、十分に機能部分していないショック・アブソーバ、及び不適切なタイヤ圧を含め、タイヤ接地面の異常な摩擦及びタイヤに影響を与える他の状態について、運転手に警報することが望まれる。

【0004】 Smart tire Systems社から現時点で入手可能なタイヤ監視システムでは、車輪に取り付けられた無線のセンサ、及び運転手の視界及び手の届く範囲内に取り付けられたディスプレイ受信器を使用して、車輪タイヤ内の気圧及び温度をモニタするための無線技術を使用する。1つのセンサが各車輪に取り付けられ、タイヤがそのセンサを覆って取り付けられ、各センサは、圧力変換器、温度変換器、遠心スイッチ、無線送信機、及びリチウム・バッテリーを保持する。ディスプレイ・モジュールは、所要圧力、実際の圧力、圧力状態及び温度を表示する。このシステムは、温度及び圧力情報を提供するが、接地面の摩擦、バランス及び緩衝性能に関する情報を提供しない。

40

【0005】 さらに、アンチロック・ブレーキ・システム(ABS)及び統合車両コントローラ(IVC)が、各車輪の回転速度を示す情報の入力を要求する。現時点では、車輪速度センサが各車輪に設けられ、これらセンサは一般に、回転しながらタイヤを支える車軸に同軸で取り付けられる磁気ディスクでできた歯車と、各タイヤの速度を示す周波数を持つ交流センサ信号を提供するよう、各歯車にある間隔を置いて隣接して設置されるピックアップ・コイルとからなる。他の機能部分も有するセンサを用いて、この種のセンサを不要とすることが望ましい。

50

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、タイヤ接地面の摩耗、緩衝性能、車両タイヤのバランス状態及び車輪回転速度のうちの少なくとも1つをモニタするためのシステム及び方法に係る。

【0007】本発明によって、少なくとも車両タイヤの接地面の摩耗をモニタするためのシステム及び方法が提供される。該システム及び方法は、加速度信号を提供するために、半径方向と横方向の加速度の少なくとも1つを検知するセンサを使用する。その信号は、信号を処理する少なくとも1つのプロセッサに提供される。単一のプロセッサあるいは複数のプロセッサが使用されてもよい。センサ及び少なくとも1つのプロセッサは、車輪上に、例えば保護ケーシング内に内包されてタイヤ内部かタイヤ外側のいずれかのリムの上に取り付けられることができる。少なくとも1つのプロセッサが、センサからの加速度信号に応答し、半径方向と横方向の加速度の少なくとも1つについて少なくとも1つの共振周波数を決定し、決定された少なくとも1つの共振周波数を少なくとも1つの記憶された周波数と比較し、その比較に基づいてタイヤ接地面の摩耗を決定し、運転手の情報ディスプレイに送信されるタイヤ接地面の摩耗を示す情報信号を提供する。その信号は、警告信号であるか、接地面の摩耗の量的表示のいずれかであることができる。

【0008】特に、少なくとも1つのプロセッサは、例えば、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定されたタイヤの半径方向と横方向の加速度の少なくとも1つについて少なくとも1つの共振周波数を決定するために、加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことにより、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算する。例えば、少なくとも1つのプロセッサは、タイヤの半径方向及び(あるいは)横方向の加速度の30~60Hz範囲内の共振周波数を決定するために、半径方向及び(あるいは)横方向の加速度信号の高速フーリエ変換を行い、そうして周波数シフトを決定するために、その共振周波数を、タイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hz範囲内の記憶された共振周波数と比較し、その周波数シフトに基づいて、タイヤ接地面の摩耗を決定する。

【0009】タイヤが取り付けられるリム上かタイヤ内部に装備される送信器は、その無線で送信される情報信号を受信するために、車両に搭載されている受信器に無線で情報信号を送信することが望ましい。

【0010】本発明の別の側面においては、車輪に付けられたショック・アブソーバの少なくとも緩衝性能をモニタするためのシステム及び方法が提供される。該システム及び方法は、加速度信号を提供するために、少なくともタイヤの半径方向加速度を検知するセンサを用いる。その信号は、その信号を処理する少なくとも1つのプロセッサに提供される。単一のプロセッサか複数のプロセッサが使用されてもよい。そのセンサ及び少なくと

も1つのプロセッサは、車輪上に、例えば保護ケーシング内に入れてタイヤ内部かタイヤ外側のいずれかのリムの上に取り付けられることができる。少なくとも1つのプロセッサは、センサからの加速度信号に応答し、例えば車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことによって、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算し、そして例えば0.5~2.0Hzの範囲内で、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅の形状を、車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す例えば0.5~2.0Hzの範囲内での記憶された振幅の形状と比較し、その振幅の形状に見られる記憶された振幅以上の何等かの変化に基づいて緩衝性能を決定し、運転手の情報ディスプレイに緩衝性能を示す情報信号を送信する。

【0011】本発明の別の側面においては、車両タイヤの少なくともバランス状態をモニタするためのシステム及び方法が提供される。該システム及び方法は、加速度信号を提供するために、タイヤについての少なくとも半径方向加速度を検知するセンサを使用する。その信号は、その信号を処理する少なくとも1つのプロセッサに提供される。単一のプロセッサか複数のプロセッサが使用されてもよい。センサと少なくとも1つのプロセッサは、車輪上に、例えば保護ケーシング内に入れてタイヤ内部かタイヤ外側のいずれかのリムの上に取り付けられることができる。少なくとも1つのプロセッサは、センサからの加速度信号に応答し、例えば車両サスペンション時定数より長い持続時間に渡って測定された加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことによって、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算し、例えば5~14Hzの範囲内で、半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅を、車両にとって仕様で事前に決められたバランスのとれたタイヤであることを示す例えば5~14Hzの範囲内での記憶された振幅と比較し、そして、その振幅に見られる記憶された振幅以上の増加に基づいて、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態からどこか外れたところがあるかを決定する。

【0012】本発明のさらに別の側面においては、車輪の少なくとも回転速度をモニタするためのシステム及び方法が提供される。該システム及び方法は、加速度信号を提供するために少なくともタイヤの半径方向加速度を検知するセンサを使用する。そして、トランシーバが、アンチロック・ブレーキ・システムあるいは統合車両コントローラのような車両コントローラへ、車輪回転速度を示す例えば0~25Hzの範囲内の半径方向の信号周波数を送信する。このシステムは、現時点で使用されている車輪速度センサに取って代わって、使用されることができる。

【0013】

【発明の実施の態様】本発明は、車輪あるいはタイヤの半径方向及び横方向の加速度の少なくとも1つの測定結果に基づいて、タイヤ接地面の摩耗、緩衝性能、タイヤのバランス状態、及び、車輪の回転速度の少なくとも1つをモニタするためのシステム及び方法を提供する。本発明に従って、車輪の接地面の摩耗、緩衝性能、バランス状態、及び回転速度を、単独であるいは任意の組合せで測定することができる。接地面の摩耗、緩衝性能、バランス状態及び車輪回転速度のいずれかの組み合わせ又はすべてをモニタすることに加えて、本発明は、タイヤ

内の温度及び圧力をモニタするために使用することができる。

【0014】図1は、本発明の実施例について説明するブロック図である。図1に示されるように、1つ以上のセンサが、車輪リム上のタイヤ内部かタイヤ外部のいずれかに、車輪あるいはタイヤにおける状態を検知するために装備される。少なくとも1つの半径方向加速度計2は、タイヤの半径方向加速度を測定するために装備される。半径方向加速度によって、半径方向すなわちタイヤの回転軸線に垂直な方向での、タイヤの加速度が表される。また横方向加速度計4が、タイヤの横方向加速度を測定するために装備される。横方向加速度によって、横方向すなわちタイヤの回転軸に沿ったタイヤの加速度、すなわちドアとドアを結ぶ方向の加速度が表される。また温度と圧力センサ6も装備されている。例えば、Smartire Systems社のタイヤ・モニタリング・システムと同じようなやり方で、温度変換器及び圧力変換器が装備され操作されてもよい。また、車両が動いている時だけシステムのスイッチが入れられ、車両が止まっている時はスイッチが切られるかスリープ・モードに切り替えられ、それによってバッテリーの寿命が延びる遠心スイッチ（示されていない）を含んでいてもよい。

【0015】半径方向加速度計2及び横方向加速度計4は、2軸加速度計として装備されてもよい。さらに、接線加速度が測定される3軸加速度計を用いてもよい。接線加速度は、タイヤの円周の接線方向の加速度である。

【0016】半径方向加速度計2と横方向加速度計4（例えば、2軸加速度計の形式）、及び装備される任意の他のセンサ（例えば、温度及び圧力センサ6や遠心スイッチ）が、番号8によって示される1つ以上の信号処理回路に、信号を送信する。信号処理回路8のうちの少なくともいくつか、できればすべてが、タイヤ内部かタイヤ外部のどちらかの車輪リム上に装備されることが望ましい。センサと信号処理回路の1つ以上が、マイクロプロセッサを用いて、特定のカスタム・アプリケーション向けに統合された単一のセンサに結合されることができる。

【0017】図1で示されるように、少なくとも1つの信号処理回路8は、いくつかの機能部分を持っている。

1つの機能部分10（あるいは、単一のマイクロプロセッサが装備される場合はプロセッサの一部分）が、半径方向加速度計2からの出力と、横方向加速度計4、温度及び圧力センサ6、及び遠心スイッチからの出力を受信し、そしてセンサ2、4及び6に電力を供給する。別の機能部分12（あるいは、単一のプロセッサが装備される場合は信号処理回路8の一部分）が、センサ2、4及び6からのアナログ信号をデジタル信号に転換するアナログ・デジタル変換器である。

【0018】マイクロプロセッサ14（あるいは、単一のプロセッサが使用される場合は信号処理回路8の別の一部分）が、以下に記述されるように、接地面の摩耗、緩衝性能、バランス状態及び（又は）車輪回転速度を決定するために、センサからのデジタル化された出力を処理し、運転手に情報信号を送信すべきかどうかに関する決定を下す。運転手に情報信号を送信する旨の決定がマイクロプロセッサ14によってなされる場合、送信器16（あるいは、単一のプロセッサが使用される場合は信号処理回路8の一部分）が、その情報信号を車輪から送信アンテナ18を介して無線送信する。

【0019】送信された無線信号は、車両に搭載されている受信器22のアンテナ20によって受信される。その情報信号はマイクロプロセッサ24によって処理され、車体制御モジュールあるいは情報ディスプレイ26に送られる。情報信号は、可聴警報を伴うか又は伴わない警告信号であるか、あるいは、相対的な接地面の摩耗、ショック・アブソーバ及び（又は）バランス状態を示す量的な読み出しデータである。車輪回転速度の場合、その信号は、アンチロック・ブレーキ・システムあるいは統合車両コントローラのような、車両コントローラに提供される。

【0020】この分野の当業者によって明らかなように、運転手用の情報ディスプレイは、バックミラー上のダッシュボードか、あるいはオーバーヘッド・コンソールのどちらかに装備される。

【0021】図2は、システムの車輪取付部分の実施例の概要を示す図である。図2の実施例では、信号処理回路8及び送信器アンテナ18だけでなく、センサ2、4及び6も、タイヤ内部のリム上に装備される。それらは、タイヤのバルブ・ステム30のまわりに、調節して取り付けることができるケーシング28の内部に装備される。この実施例では、ケーシング28がタイヤ内部のバルブ・ステム30のまわりに装備されているが、当業者に理解されるように、他の配置も可能である。例えば、センサ及び少なくとも1つのマイクロプロセッサは、センサが車輪の回転軸から一定の間隔で配置されて保護される限り、リムのいかなる場所にも、例えばタイヤ外部のリム上のケーシング内に装備されることもできる。また図2の保護ケーシング28は、バルブ・ステム30上にケーシング28を取り付けずに、ケーシングをリムに



取り付けするための取り付け用バンドを使用して、タイヤ内部に装備させることができる。

【0022】図2の実施例では、半径方向加速度計2及び横方向加速度計4が、2軸加速度計5として装備されている。また温度と圧力センサ6は、ケーシング28の中に装備されている。図1の機能部分10、12、14及び16を持つ、単一の、特定アプリケーション向けの信号処理回路8は、ケーシング28の中に装備され、アンテナ18も同様である。信号処理回路8及びセンサ5、6へ電力を提供するためのバッテリー19も装備される。バッテリーは、リチウム・バッテリーであることが望ましい。装備されたケーシング28及びこれらの素子は、事実上、保守不要である。この点に関して、マイクロプロセッサ、すなわちマイクロプロセッサ機能部分10、12、14のいくつかあるいはすべてが、車両に搭載されて受信器22のマイクロプロセッサ24の中に装備されることが可能であるが、マイクロプロセッサすなわち機能部分10、12及び14は、バッテリーの寿命を延命するために車輪装置の上に装備されることが好ましい。バッテリーの寿命は、接地面の摩耗、緩衝性能、及びバ

ランス状態を決定するための情報を、マイクロプロセッサ又はマイクロプロセッサの機能部分14で処理することによって、また接地面の摩耗、緩衝性能、及び(又は)バランス状態が著しく変化した場合、例えば許容レベルを越えて悪化したような場合だけ、情報信号を送信することによって、温存されることができる。この手法で送信数を制限することによって、バッテリーの寿命を延長することができる。もちろん、センサ2、4及び6の1つ以上から、連続してあるいは断続的に受信器22に信号を送信すること、そしてマイクロプロセッサ24でその信号を処理することも可能である。

【0023】本発明は、タイヤの半径方向及び(又は)横方向の加速度が、接地面の摩耗、緩衝性能、バ

ランス状態、及び(又は)車輪回転速度に関する情報を提供するために使用されることができるということを、本発明者が初めて発見したことにより、提供されるものである。本発明者は、タイヤ共振周波数の大きな要素が、接地面の深さに関係していて、タイヤが摩耗するにつれて共振周波数が変わるということを発見した。ある範囲内の半径方向加速度の信号振幅の増加は、ショック・アブソーバが機能部分していないか又は十分に機能部分していないかを示し、また一方で、別の周波数範囲の半径方向加速度の信号振幅の増加は、タイヤの不均衡が増大したことを示す。さらに、半径方向の信号周波数は、車輪回転速度を示し、アンチロック・ブレーキ・システムあるいは統合車両コントローラのような車両コントローラに、車輪回転速度データを提供するために使用される。

【0025】特に、接地面の摩耗をモニタするために、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って、半径方向加速度が半径方向加速度計2によって測定されるか、横方向加速度が横方向加速度計4によって測定されるか、あるいは半径方向と横方向の加速度の両方が、2軸(あるいは3軸)加速度計5によって測定される。乗用車については、車両サスペンション時定数が、例えば0.5~1.0秒といったように、通常は1秒かそれ未満であり、その場合には、車両サスペンション時定数より約10~20倍長い時間に渡って、例えば10秒間、測定されることが好ましい。測定された加速度信号は、マイクロプロセッサ又は機能部分10に送信され、A/D変換されてアナログ・デジタル変換器12に供給される。その後、デジタル信号は、タイヤの半径方向と横方向の加速度の少なくとも1つについての少なくとも1つの共振周波数を決定するために、機能部分14に供給され、該機能部分により、例えば加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことにより、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)が行われる。タイヤの半径方向及び(又は)横方向の加速度の30~60Hz範囲での共振周波数を決定するために、言い換えればその範囲内のピーク周波数を選択することによって、例えば0~150Hzといった十分に大きな周波数範囲に渡って、半径方向及び(又は)横方向の加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)が行われる。機能部分14は、周波数シフトを決定するために、その共振周波数を、例えばタイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hzの範囲内における記憶された共振周波数と比較する。すなわち、機能部分14は、周波数シフトを決定するために、半径方向加速度の共振周波数を、例えばタイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hz範囲における半径方向加速度用の記憶された共振周波数と比較し、そして(又は)横方向加速度の共振周波数を、例えばタイヤの摩耗が全くないことを示す30~60Hzの範囲内における横方向加速度用の記憶された共振周波数と比較し、そして周波数シフトに基づくタイヤ接地面の摩耗を決定する。これにより、送信回路16によって送信アンテナ18から送信される情報信号を提供する。その信号は、受信器22のアンテナ20によって受信され、マイクロプロセッサ24によって処理され、警報表示(可聴警報を備えるか、又は備えない)及び(又は)量的な読み出しとして運転手用の情報ディスプレイ26に送られる。その周波数範囲は、車両やタイヤの種類に応じて異なってもよい。

【0026】車輪に付けられたショック・アブソーバの緩衝性能をモニタするために、本発明のシステム及び方法は、加速度信号を提供するためのタイヤの少なくとも半径方向加速度を検知するセンサ2を使用する。その信号は、加速度計2を制御し、アナログ・デジタル変換器12に信号を送信する信号処理回路すなわち機能部分10に提供される。その後、そのデジタル信号は、例えば、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことによって、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算するマイクロプロセッサ機能部分14に送信され、例えば0.5~2.0Hz範囲内で半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅を、車両にとって新しいショック・アブソーバであることを示す例えば0.5~2.0Hz範囲内の記憶された振幅と比較し、決定された振幅が記憶された振幅よりも増大した場合に、緩衝性能を決定し、そして、緩衝性能情報は、送信回路16によって送信アンテナ18から送信される。その信号は、受信器22のアンテナ20によって受信され、マイクロプロセッサ24によって処理され、警報表示(可聴警報を備えるか、備えない)及び(又は)量的な読み出しとして運転手用の情報ディスプレイ26に送られる。その周波数範囲は、車両やタイヤの種類に応じて異なってもよい。

【0027】車両タイヤのバランス状態をモニタするために、本発明のシステム及び方法は、加速度信号を提供するためのタイヤの少なくとも半径方向加速度を検知するセンサ2を使用する。その信号は、加速度計2を制御し、アナログ・デジタル変換器12に信号を送信する信号処理回路すなわち機能部分10に提供される。その後、そのデジタル信号は、例えば、車両サスペンション時定数より長い時間に渡って測定された加速度信号の高速フーリエ変換(FFT)を行うことによって、加速度信号の離散的フーリエ変換(DFT)を計算する機能部分14に送信され、例えば5~14Hz範囲内で半径方向加速度のフーリエ成分の振幅を決定し、その振幅を、車両にとって仕様で事前に決められたバランス状態にあるタイヤであることを示す例えば5~14Hzの範囲内での記憶された振幅と比較し、決定された振幅に記憶された振幅以上の何等かの増大が見られた場合に、仕様で事前に決められたタイヤのバランス状態からどこか外れたところがあることを決定し、そして、送信回路16及びアンテナ18を介して、仕様で事前に決められたバランス状態からのずれの信号を送信する。その信号は、受信器22のアンテナ20によって受信され、マイクロプロセッサ24によって処理され、運転手用の情報ディスプレイに送られる。その周波数範囲は、車両やタイヤの種類に応じて異なってもよい。

【0028】車輪の車輪回転速度をモニタするために、本発明のシステム及び方法は、加速度信号を提供するた

めのタイヤの少なくとも半径方向加速度を検知するセンサ2を使用する。そうして、送信回路16及びアンテナ18を含むトランシーバが、アンチロック・ブレーキ・システム(ABS)あるいは統合車両コントローラ(IVC)のような車両コントローラの受信器に、車輪回転速度を示す0~25Hz範囲の半径方向の信号周波数を送信する。このシステムは、現時点で使用されている車輪速度センサに代わって使用されることができる。本発明が、接地面の摩耗、緩衝性能及び(又は)車両タイヤのバランス状態をモニタするために、車両に組み込まれる場合、本発明のシステム及び方法を使用することによって、現時点で使用されている車輪速度センサを不要とし、よって該センサに関連する経費を不要とする。

【0029】接地面の摩耗が全くない状態、仕様及び事前に決められたバランス、及び新しいショック・アブソーバであることを示す記憶された値は、測定され計算されることができる。例えば、新しいタイヤ及び新しいショック・アブソーバを備えた新車のためのOEM組立工場において、所定の車輪/車両の速度及び各タイヤに対する予定のタイヤ空気圧で、加速度の半径方向及び横方向の成分のFFT(0.5~150Hz)をとり、半径方向加速度信号に対する0.5~2Hzの周波数範囲

(ショック・アブソーバの性能を決定するための車のバネ上質量の共振周波数)と、半径方向加速度信号の0~14Hzの範囲(タイヤの回転数/速度、及びタイヤ・バランスを決定するための範囲)と、半径方向及び(又は)横方向の加速度信号の30~60Hzの範囲(タイヤ・シェルの1次半径方向共振を決定するための)とでの基準信号(振幅及び周波数の両方)を画定することができる。所定のタイヤ空気圧で、ピーク周波数成分及び振幅となるように、タイヤ空気圧信号のFFTが決定される。これらの基準数値は、マイクロプロセッサ中に搭載されるメモリに記憶される。車両が路上にある間、本発明のシステム及び方法は、周期的にこれらの信号をモニタし、判明している車輪/車両の速度でこれらの数値を計算し、モニタされた信号を基準数値と比較することができる。これらの信号に著しい偏りがあれば、警報を発するために使用される。例えば0.5~2Hzの範囲での半径方向の信号振幅の増大は、ショック・アブソーバが十分に機能していないことを示す。例えば5~14Hzの範囲での半径方向の信号振幅の増大は、タイヤの不均衡が増大していることを示す。例えば30~60Hzの範囲内での半径方向のタイヤ・シェル共振周波数のシフトは、タイヤの摩耗が増大していることを示す。例えば30~60Hzの範囲での横方向のタイヤ・シェル共振周波数のシフトは、タイヤの摩耗が増大していることを示す。例えば0~25Hzの範囲での半径方向の信号周波数は、ABSとIVCのアプリケーションのための車輪回転速度として使用されることができる。

【0030】警報を発するためのしきい値を決定するた

17

めに、各プラットフォームに対して演繹的に参照テーブルを作成するための、速度、圧力及び摩耗の範囲に渡る、一連のカリブレーション・テストを、タイヤの標準的なセットに対して行なうことができる。周波数を設定するために工場内のすべての車輪を測定しカリブレーションする代わりに、既知の車輪モジュールを備えた所定のプラットフォームに対しては、そのセット用の既存のカリブレーション・データを装填することで充分である場合も\*

18

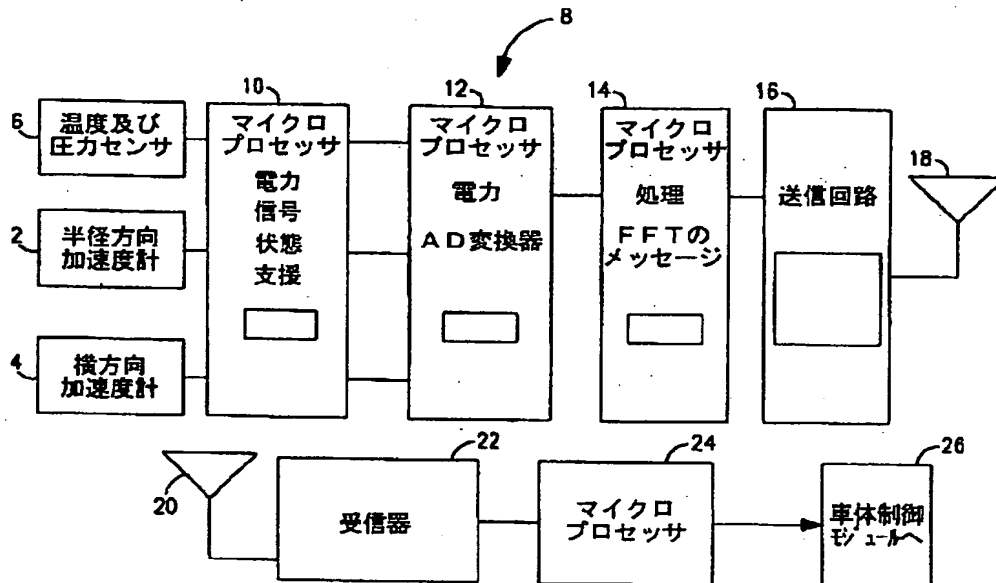
\* ある。この参照テーブルは、OEM工場で決定ソフトウェアと共に、マイクロプロセッサの中に符号化される。

【図面の簡単な説明】

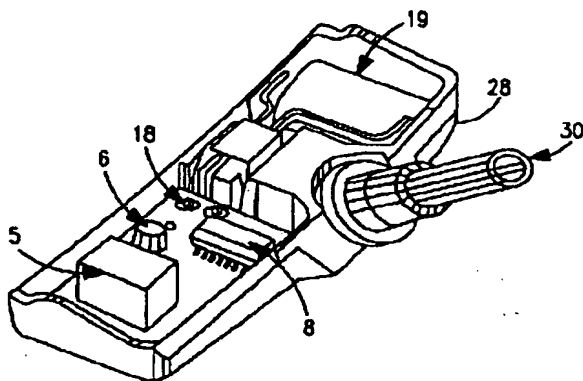
【図1】本発明に係るシステムの一実施例を説明するためのブロック図である。

【図2】本発明の方法及びシステムの中で使用することができる、一体化されたセンサ及びプロセッサ装置の実施例の外観図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 キャロル・エイ・エバーハード  
アメリカ合衆国カリフォルニア州90274,  
ローリング・ヒルズ・エステイツ, ウィロ  
ウウッド・ロード 5118

(72)発明者 ジョージ・ダブリュー・マクイヴァー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州90277,  
リダンド・ビーチ, ノース・ポーリナ  
801

(72)発明者 バリー・ダンブリッジ  
アメリカ合衆国カリフォルニア州90505,  
トーランス, コートニー・ウェイ 3614

(72)発明者 トーマス・エイ・ズィーマーマン  
アメリカ合衆国カリフォルニア州90275,  
ランチョ・パロス・ヴァーデス, パープル  
リッジ・ドライブ 6909